

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zavádění principů štlhlé výroby na daném
pracovišti

The Introduction of Principles of Lean
Manufacturing to the Workplace

Student

Bc. Chovanec Pavel

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová

Ostrava 2015

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Pavel Chovanec**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2303T002 Strojírenská technologie**
Specializace: **10 Technologický management**
Téma: **Zavádění principů štlhlé výroby na daném pracovišti**
The Introduction of Principles of Lean Manufacturing to the Workplace

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky štlhlé výroby. Základní pojmy.
2. Analýza současného stavu z hlediska výroby, výrobního sortimentu, materiálových toků.
3. Rozbor analýzy a specifikace problémů.
4. Návrhy řešení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40s.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 311 s. ISBN 80-902235-0-8
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno: CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6
LAMBERT D. M., STOCK J. R., ELLRAM L. M. *Logistika : příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 2. Brno: CP Books, 2005. 589 s. ISBN 80-251-0504-0
KONEČNÝ, M. *Logistika v systému řízení podniku*. Vyd. 2. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 149 s. ISBN 80-248-0964-8


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015




doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou Diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18.5.2015



podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby

V Ostravě : 18. 5. 2015



Chovanec Pavel

Adresa trvalého pobytu studenta:
Chovanec Pavel
Poteč 85
Valašské Klobouky 76601

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

CHOVANEK, P. *Zavádění principů štlhlé výroby na daném pracovišti : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2015, 48 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Diplomová práce se zabývá optimalizací montážního procesu ve firmě Esko Brno. Hlavním cílem je optimalizace montážního procesu, vytvoření montážní instrukce a zavedení standardu práce na operaci montáže řezacího stolu V24. V teoretické části se věnuji vysvětlení základních pojmů z oblasti potřebných nástrojů štlhlé výroby. Praktická část se zaměřuje na analýzu současného stavu montážního procesu, jeho vyhodnocení a navržení změn vedoucích k optimalizaci procesu. Poslední část této práce je věnována zhodnocení přínosu navržených opatření.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

CHOVANEK, P. *The Introduction of Principles of Lean Manufacturing to the Workplace : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2015, 58 p. Thesis head: Schindlerová, V.

The Master thesis deals with the optimization of assembly process in the Esko Brno company. The main objective of this thesis is optimization the assembly process, the creation of assembly instruction and the introduction of a standard work at operation of final assembly of V24 cutting table. The theoretical part is devoted to explaining the needed basic concepts of lean manufacturing tools. The practical part focuses on the analysis of the current state of the assembly process, the evaluation and design changes that lead to process optimization. The last part is devoted to evaluate the benefits of the proposed measures.

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
Úvod	9
1 Úvod do problematiky štihlé výroby. Základní pojmy.	10
1.1 Štihlá výroba	10
1.2 Metody aplikované ve štihlé výrobě	13
1.2.1 5S	13
1.2.2 Kaizen	14
2 Analýza současného stavu	16
2.1 Společnost ESKO	16
2.1.1 Sortiment výroby	18
2.2 Esko Brno	20
2.2.1 Výrobky firmy Esko Brno	21
2.2.2 Organizace výroby	26
2.2.3 Materiálové toky	27
2.2.4 Vychystávání materiálu z předmontáží	29
2.3 Montáž stolu	30
2.3.1 Charakteristika současného stavu montáže řezacího stolu (typ V24)	30
2.3.2 Záznam průběhu montáže	33
3 Specifikace problémů	35
3.1 Druhy plýtvání zaznamenané v průběhu pozorování	35
3.1.1 Chybějící materiál	35
3.1.2 Nestandardizovaný postup montáže	35
4 Návrhy řešení	36
4.1 Aplikace metody Kaizen na pracovišti montáže	36
4.1.1 Metodika měření	36
4.2 Formulář standardní práce	41
4.3 Úprava vychystávání dílů z předmontáží	41

5 Celkové zhodnocení přínosu práce.....	43
Seznam obrázků.....	46
Seznam tabulek.....	47
Seznam příloh.....	48

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Znění zkratky
TPS	Toyota production system
apod.	a podobně
resp.	respektive
atd.	a tak dále
tj.	to je
tab.	tabulka
str.	stránka
č.	číslo

Úvod

Pokud chtějí být dnešní firmy konkurence schopné, musí svým zákazníkům nabídnout výrobky nebo služby za cenu, která pro ně bude dostatečně zajímavá. Aby firma byla schopná nabídnout zákazníkům své produkty za zajímavé ceny, musí mít svoji výrobu nastavenou tak, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání, které prodražuje výrobu a zvyšuje tak cenu konečného produktu. Jedním z nejvýznamnějších druhů plýtvání je plýtváním časem. Čas je významnou veličinou, kterou mohou firmy kladně ovlivňovat svoji produktivitu a tím snižovat náklady.

Požadavek na zlepšení v procesu montáže řezacího stolu typu V24 vznikl na základě nevyhovujícího postupu a času montáže ze strany engineeringu firmy. Cílem práce je tedy redukce času montáže řezacího stolu a v návaznosti na to vytvoření standardu práce a montážní instrukce.

Montáž řezacích stolů je časově náročná operace, při které montážní pracovník smontuje dohromady veškeré díly řezacího stolu a nastaví jej tak, aby tento stroj bylo možno otestovat a poté zabalit a odeslat zákazníkovi.

Důležitou částí optimalizace procesu je důkladná analýza současného stavu. Bez této analýzy se může celý proces zdát jako bezproblémový nicméně při opravdu detailním rozboru mohou být odhalena místa, kde dochází k různým typům kolize plynulosti procesu.

V kompetentnosti svého zaměstnání jsem měl možnost pohybovat se na pracovišti montáže řezacích stolů a sledovat tak postup této operace, což mi pomohlo při následném zpracovávání daného tématu diplomové práce.

1 Úvod do problematiky štíhlé výroby. Základní pojmy.

1.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba (lean manufacturing/ lean production) = metodika, která byla vyvinuta po 2. světové válce firmou Toyota jako TPS (Toyota Production System). Hlavními dvěma strůjci této metodiky byli Taiichi Óno a Šiegi Šingó.

Principem této metodiky je přístup k výrobě takovým způsobem, kdy se výrobce snaží co nejlépe uspokojit požadavky zákazníka tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník opravdu potřebuje v co nejkratší průběžné době s minimálními náklady a maximální možnou kvalitou, čehož výrobce dosáhne minimalizací plýtvání.

Štíhlá výroba je v podstatě **soubor nástrojů a metod**, jehož cílem je **dlouhodobě stabilizovat a zvyšovat produktivitu práce a efektivitu výroby**. Jednotlivé nástroje mohou být zaváděny odděleně, ale maximálního efektu je dosahováno při komplexní implementaci.

„Filosofií nástrojů štíhlé výroby je dlouhodobé a neustálé využívání drobných zlepšení, jejichž kumulovaný efekt v konečném efektu zajišťuje stabilní rozvoj efektivity výroby. Všechny systémy (včetně systémů řízení výroby) mají v čase sklon k entropii, tj. u výrobních systémů ke snižování efektivity. Vhodné využití nástrojů štíhlé výroby tento efekt přirozeného poklesu efektivity v čase eliminují a naopak přispívají k rozvoji efektivity“.[1]

Tato filosofie (založená na drobných zlepšeních) se však sama o sobě stává hlavním problémem při zavádění štíhlé výroby v evropských podnicích z toho důvodu, že manažerům se nejčastěji navrhovaná zlepšení jeví jakožto příliš jednoduchá a málo efektivní, tudíž se přiklánějí k názoru, že by se jimi ani neměli zabývat.

Skutečností však je, že právě díky využití prvků štíhlé výroby se firmě Toyota podařilo dostat na první místo na automobilovém trhu tudíž na trhu, který se vyznačuje nejostřejší globální konkurencí.

Využívání těchto malých zlepšení však musí být spojeno s použitím jednotlivých metod plánování a řízení výroby a to ve všech fázích výroby. Základním měřicím parametrem, který je následně v dalších krocích neoddělitelně spojen s veškerými dalšími parametry je **čas**.

Parametry, kterými se musí manažeři (popř. optimalizační týmy) zabývat primárně, jsou časy průtoku materiálu, výrobních operací a k nim přidružené časy. Minimalizací těchto parametrů následně dosáhneme růstu parametrů na ně přímo navazujících, zejména ekonomických.

Je také nutné zmínit základní přístup při zavádění štihlé výroby, což je **identifikace 8 druhů plýtvání**. Každý útvar, jenž má na starost zavádění štihlé výroby, by měl pochopit toho zásadní východisko, jinak hrozí, že práce investovaná tímto směrem nebude efektní. Štihlá výroba identifikuje a následně také eliminuje těchto 8 druhů plýtvání:

Tab. č. 1 8 druhů plýtvání

Druh plýtvání	Příčiny, projevy a následky
Čekání	<ul style="list-style-type: none"> - Na materiál, polotovary. - Výpadek stroje. - Na odzkoušení. - Na kontrolu. - Na následující úkon.
Vysoké zásoby	<ul style="list-style-type: none"> - Chybné plánování. - Špatná kvalita. - Nepřehlednost. - Zakrývání problémů
Zbytečná doprava a manipulace	<ul style="list-style-type: none"> - Špatný layout závodu. - Špatná dispozice materiálu. - Mezisklady.
Výroba zmetků	<ul style="list-style-type: none"> - Dodatečné mzdy. - Materiál a energie. - Opotřebení. - Dodatečná kontrola. - Místo pro opravy.

Nadvýroba	<ul style="list-style-type: none"> - Špatné plánování. - Ekonomické ztráty. - Nepřehlednost. - Zakrývání problémů.
Nepotřebné procesy	<ul style="list-style-type: none"> - Zbytečné operace. - Chybná konstrukce. - Nadbytečné zpracování. - Chod strojů naprázdno.
Zbytečné pohyby	<ul style="list-style-type: none"> - Špatně organizované pracoviště. - Špatně organizované procesy. - Špatný layout.
Nevyužitý lidský potenciál	<ul style="list-style-type: none"> - lidé jsou nejcennější a nejnákladnější zdroje, výše uvedené druhy plýtvání vedou k plýtvání lidským potenciálem.

1.2 Metody aplikované ve štihlé výrobě

1.2.1 5S

Metoda 5S je metodikou nebo také sadou principů pro vytváření a udržení organizovaného, čistého a vysoce výkonného pracoviště. Je základem a přirozenou součástí štíhlých (lean) přístupů. Jejím cílem je zlepšit v organizaci pracovní prostředí a tím i kvalitu. Přístup je založený na zvýšení samostatnosti zaměstnanců, na týmové práci a vedení lidí. [9]

Název 5S vznikl v návaznosti na 5 stěžejních principů, na kterých je tato metoda postavena:

- **Seiri** (Seřadit) - oddělit od sebe věci potřebné a nepotřebné.
- **Seiton** (Setřídít) - setřídít (rozmístit) potřebné a používané věci tak, aby mohly být kdykoli jednoduše a rychle použity.
- **Seiso** (Stále čistit) - udržování čistoty na pracovišti a v jeho okolí.
- **Seiketsu** (Standardizovat) - neustálé a opakované zlepšování organizace práce.
- **Shitsuke** (Sebedisciplína) - udržování dokonalého pořádku a čtyř předchozích S na pracovišti.

Metoda 5S, stejně tak jako drtivá většina dalších užitečných metod, byla vytvořena jako součást Toyota Production System. Ten tvoří účelný systém metod ve snaze zlepšit postavení podniku na trhu. Tento systém je zaměřen zejména na efektivnost výroby a kvalitu vyráběných produktů, což není jen záležitostí jedné společnosti Toyota, ale jedná se o logické vyústění snahy celého Japonska o obnovení hospodářství po 2. světové válce. Z Japonska se metoda postupně dostala přes USA až do Evropy.

Metoda 5S je pojmenovaná podle pěti japonských slov začínajících na S. Vychází ze základního principu minimalizace úsilí (přesunu nástrojů, pohybech pracovníka, atd.) při pracovních činnostech na pracovišti. [10]

Cílem metody 5S je snížení chyb a ztrát díky:

- Špatnému nástroji.
- Hledání správného materiálu.
- Zbytečnému předávání materiálu z ruky do ruky.
- Kompletaci rozházených podkladů.
- apod.

1.2.2 Kaizen

Kaizen jako výraz je složený ze dvou slov „kai“ - změna a „zen“ - dobrý, lepší, což sumárně znamená změna k lepšímu. Kaizen je systém kontinuálního zlepšování v osobním, sociálním, ale i pracovním životě zahrnující jak dělníky, tak i manažery. Kaizen je způsob života, životní filozofie, která se nedá mechanicky přenést do jiného prostředí.[11]

Systém Kaizen se prezentuje jako neustálá snaha o zlepšení v podniku, která se však nerealizuje jednotlivými velkými inovačními kroky, ale postupným zdokonalováním i těch nejdrobnějších detailů. V některých zdrojích se o tomto systému hovoří ve spojení Gemba Kaizen. Gemba je překládáno jako skutečné místo, kde vzniká hodnota. Např. ve výrobním podniku je to dílna, v nemocnici ordinace, v restauraci jídelna. Gemba ovšem není pracovní stůl manažera, protože metodou tzv. „od stolu“ nelze zlepšovat. Dodnes velké procento firem stále používá tradiční způsob práce, tj., že pracovníci na manažerských pozicích sedí ve svých kancelářích, studují vypracované analýzy a zprávy s tabulkami a grafy a připravují strategie a koncepce pro snižování nákladů. Pouze jednou za čas se objeví v provozu a sledují ne a tak podstatné věci, jako je čistá podlaha a zda dělníci pracují dostatečně intenzivně. Kaizen je úplně odlišný přístup, postavený pouze na dvou slovech:

- **Zlepšovat** - Zlepšovat se dá jakákoliv operace.
- **Neustále** - Jelikož ve světě není nic pevně stanoveného a vše se v průběhu času mění, je třeba neustále na to reagovat.

Základní zásady systému Kaizen jsou:

- Pozornost musí být věnována každému zlepšení, i kdyby mělo být třeba jen málo významné. Kaizen má být otevřen pro každého. Každý pracovník se může zapojit do procesu zlepšování.
- Před tím, než dojde k zavedení jakéhokoliv zlepšení, musí být toto přesně analyzováno jak z pohledu na aktuální stav, tak i z pohledu na veškeré možné kladné i záporné dopady.
- Kaizen by měl představovat zhruba 50 % práce každého dobrého manažera.
- Oddělení managementu má dva hlavní úkoly - zavedení a udržování standardů a jejich postupné zlepšování.
- Vyzdvihování práce zainteresovaného týmu, podpora účasti a iniciativy pracovníků při řešení jednotlivých problémů.
- Hledat řešení problémů za pomoci týmových meetingů pod vedením moderátora. Důležitá je dobře připravená a vedená schůzka, stejně tak ale i výběr řešených problémů a zabezpečení prosazení realizace přijatého řešení.
- Informovanost všech pracovníků o aktuálním stavu ve výrobě, problémech a cílech vedení, navigace v rámci procesu optimalizace na oblasti, která se problém nachází, resp. úzké místo v podniku.
- Aktivní a viditelná podpora ze strany managementu (vedení) podniku. Kaizen stojí na aktivitách od pracovníků na nižších úrovních firemní hierarchie, ale zároveň vyžaduje silnou podporu od z úrovní vyšších.
- Pevná organizační základna pro zlepšení komunikace mezi pracovníky (zasedací místnosti, pohyb pracovníků managementu v prostorách výroby, intenzivní komunikace i v průběhu výrobního procesu apod.).
- Motivování všech pracovníků - spoluúčast na úspěchu. Materiální a finanční ohodnocení řešení vedoucích ke zlepšení.
- Podpora zlepšení, které nejsou finančně náročné a dají se rychle zhodnotit a zrealizovat.

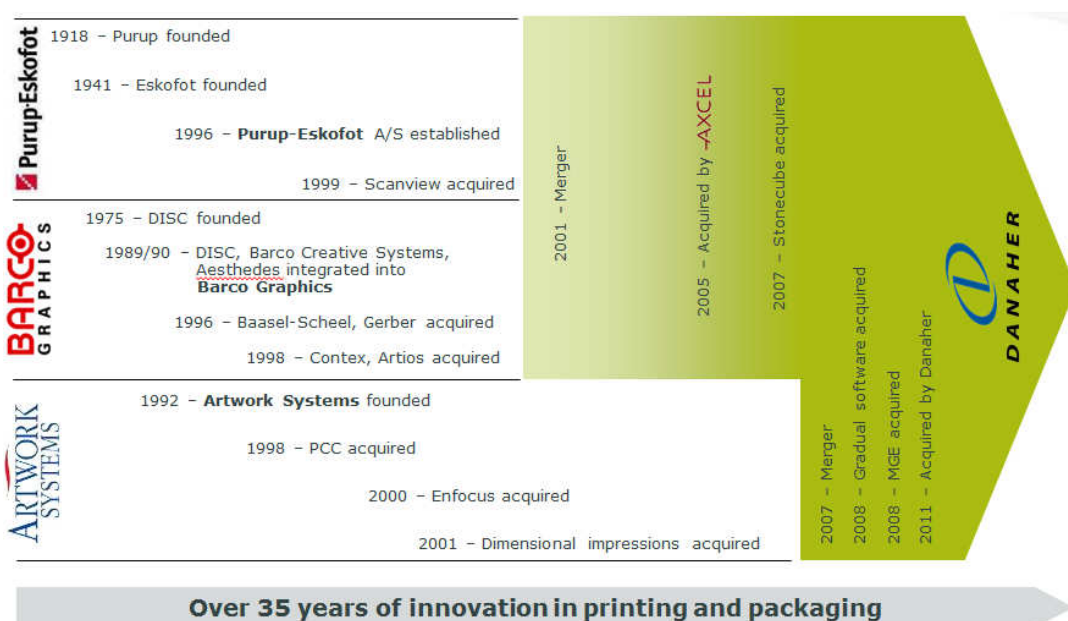
2 Analýza současného stavu

2.1 Společnost ESKO

Esko je globální dodavatel integrovaných řešení pro balení a produkci etiket, značení a poutačů, komerční tisk a publikační průmysl. Produkty a služby Esko řídí ziskovost v rámci obalového a tiskařského dodavatelského řetězce pomocí redukce doby uvedení na trh a zvyšování produktivity.

Firma Esko je výsledkem spojení firem Barco Graphics a Purup Eskofot, které proběhlo v roce 2002. Sloučený podnik byl nazván Esko-Graphics, ale v roce 2006 byl přejmenován na Esko. Na podzim roku 2005 se stal vlastníkem firmy Esko Axcel A/S, což je dánská soukromá investiční společnost.

V srpnu 2007 Esko oznámilo spojení s firmou Artwork Systems Group NV (AWS), jeho hlavním konkurentem v balení a předtiskové přípravě pro trh. Esko koupilo 76,69% akcií AWS. [7]



Obr. č. 1 Historie firmy

S ohledem na výše proběhlou fúzi změnilo Esko svůj název na EskoArtwork. S tím také představilo nové logo, ačkoli bylo vizuálně velmi blízko k původnímu originálu.

V lednu 2011 bylo 100% akcií EskoArtwork převedeno do americké společnosti Danaher. V lednu 2012 byl název firmy změněn na Esko (aktuální název) a bylo také aktualizováno logo firmy. [7]

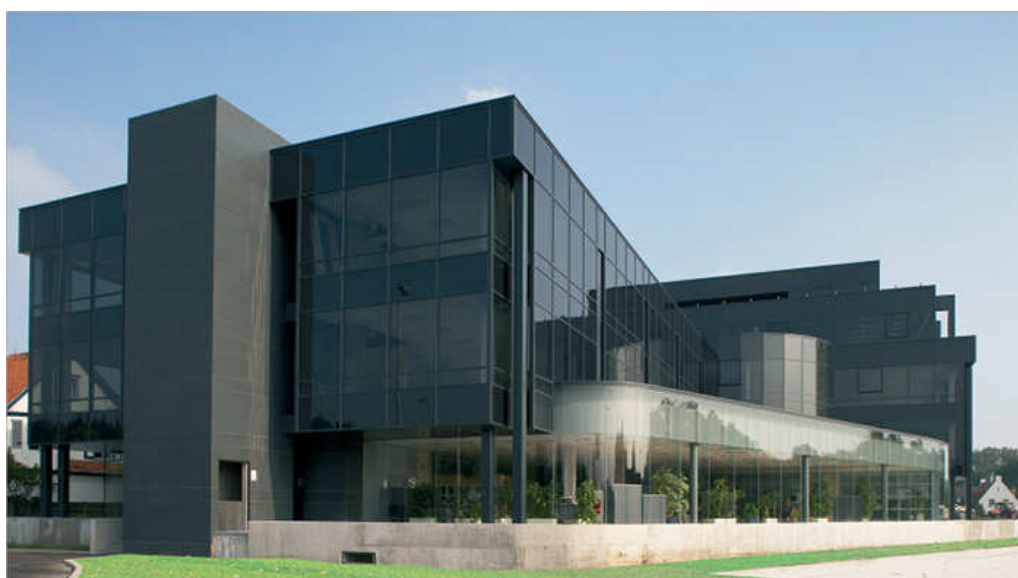


Obr. č. 2 Logo firmy ESKO

Esko zaměstnává kolem 1300 lidí po celém světě. Jeho přímý prodej a servisní organizace pokrývá Evropu, Střední východ, Afriku, Ameriku, Asii, Tichomoří, Japonsko a Čínu. Prodej a servisní organizace je dále doplněna sítí distribučních partnerů ve více než padesáti zemích světa.

Firma Esko má sídla výzkumu a vývoje a výrobní kapacity v pěti zemích Evropy, USA, Číně a v Indii.

Firma Esko má sídlo v belgickém Gentu.



Obr. č. 3 Sídlo Esko v Gentu [7]

2.1.1 Sortiment výroby

Portfolio produktů společnosti podporuje a řídí procesy balení a tisku pro brandové značky, maloobchodníky, designéry, výrobce obalů a poskytovatele tiskových služeb. U 9-ti z 10-ti maloobchodních balení jsou používány řešení Esko pro obalové hospodářství:

- Vytvoření díla.
- Konstrukční řešení.
- Předtisková příprava.
- 3D vizualizace.
- Výroba vlastních desek.
- Automatizace výrobního procesu.
- Zajištění kvality.
- Vzorek - výroba.
- Paletizace.
- Spolupráce dodavatelského řetězce.
- Značení a štítkování ve výrobě.

Společnost nabízí řešení, která se skládají z rozsáhlé sady softwaru a hardwaru ve dvou hlavních produktových řadách:

- **CDI flexo** - Computer -to- plate zobrazovače.
- **Kongsberg** - Digitální řezací zařízení, doplněné profesionálními službami, vzděláváním a poradenstvím.

Produktové portfolio:

- **Management balení**
 - Web center.
- **Design balení**
 - ArtiosCad - Konstrukční řešení pro balení a zobrazování.
 - Studio - Grafický návrh obalů ve 3D.
- **Předtiskové balení**
 - ArtPro - Předtiskový editor pro Mac.
 - PackEdge - Předtiskový editor pro PC.
 - DeskPack - Předtiskové moduly pro Adobe Illustrator.
 - Plato - Výstupní sheet pro balení a etikety.

- Automation engine - Automatizace předtiskového pracovního procesu a jeho integrace.
- Color engine - Nástroj na úpravu barev.
- Equinox - Nástroj pro rozšíření škály tisku.
- PantoneLive - Centralizovaný cloudový systém, pracuje s registrovanými barvami jednotlivých brandových výrobců.
- Imagine Engine - Konzistentní výstup pro flexo, knihtisk a gravírování.
- **Příprava komerčního tisku**
 - Automation Engine - Automatizace předtiskového pracovního procesu a jeho integrace.
 - Neo - Nativní editor pro Mac.
- **Digital Flexo**
 - Digital flexo Suite - Nástroj pro zvyšování efektivity.
 - CDI - Flexo Computer to Plate (CtP) zařízení.
 - CDI Consumables - Slouží k nákupu spotřebního materiálu na Esko Store (firemní E-shop).
 - HD Flexo - Nový standard kvality pro Flexo desky.
 - Full HD Flexo – Kvalitní pohledové gravírování do Esko materiálů.
- **Digitalní tisk pro balení**
 - Automation Engine – Automatizace předtiskového pracovního procesu a jeho integrace.
 - Color engine - Nástroj na úpravu barev.
- **Digitální dokončování**
 - i-cut Suite – Pro zjednodušení práce s velkými formáty.
 - Kongsberg Bits and Blades – Pro nákup nástrojů pro řezací stoly.
 - Kongsberg Cutting Tables – Lídr na trhu s řezacími stoly.
- **Obalová paletizace**
 - Cape pack – Software pro paletizaci.
 - Cape Truckfill – Software pro vizualizaci nakládání do kontejnerů/kamionů.
- **Software Suites**
 - Suite 14 – Předprodukční software pro design.



Obr. č. 4 Příklad obalového řešení firmy Esko

2.2 Esko Brno

Brněnská pobočka se zabývá výrobou špičkových digitálních řezacích strojů. Tyto stroje nesou značku Kongsberg. Název Kongsberg vznikl podle města Kongsberg, které je umístěno v Norsku a v němž sídlí tamní oddělení výzkumu a vývoje. Tato výroba původně probíhala v městě Kongsberg, nicméně v rámci snižování nákladů byla v Brně v roce 2007 pronajata jedna hala určená pro výrobu a sklad a jedna hala byla vybudována pro výrobu a expedici. Třetí hala je ve fázi stavby, po jejím dokončení zde bude přesunut i poslední zbytek výroby z Norska - nástroje a nástrojové hlavy pro řezací stroje.

2.2.1 Výrobky firmy Esko Brno

Výrobky firmy Esko Brno jsou tedy digitální řezací stroje, používané v různých sférách obalového průmyslu, velkoplošného tisku a dalších oborech.

Tyto stroje jsou rozděleny do 5-ti hlavních vývojových řad:

Kongsberg XE:

Kongsberg XE Series je digitální platforma řezacího stolu pro menší formáty. Je navržen jako rychlé a vysoce kvalitní řešení pro výrobu různých vzorků a malosériovou výrobu skládacích krabic.

S Kongsberg XE Series mohou uživatelé očekávat řešení pro digitální řezání, které předčí ostatní hlavně v oboru produktivity a přesnosti. Tento stroj zároveň nabízí vysokou rychlost řezání.

Hlavní přednosti:

- Vysoká rychlost řezání
- Kompaktní rozměry
- Přesnost
- Snadná obsluha



Obr. č. 5 Kongsberg XE-10

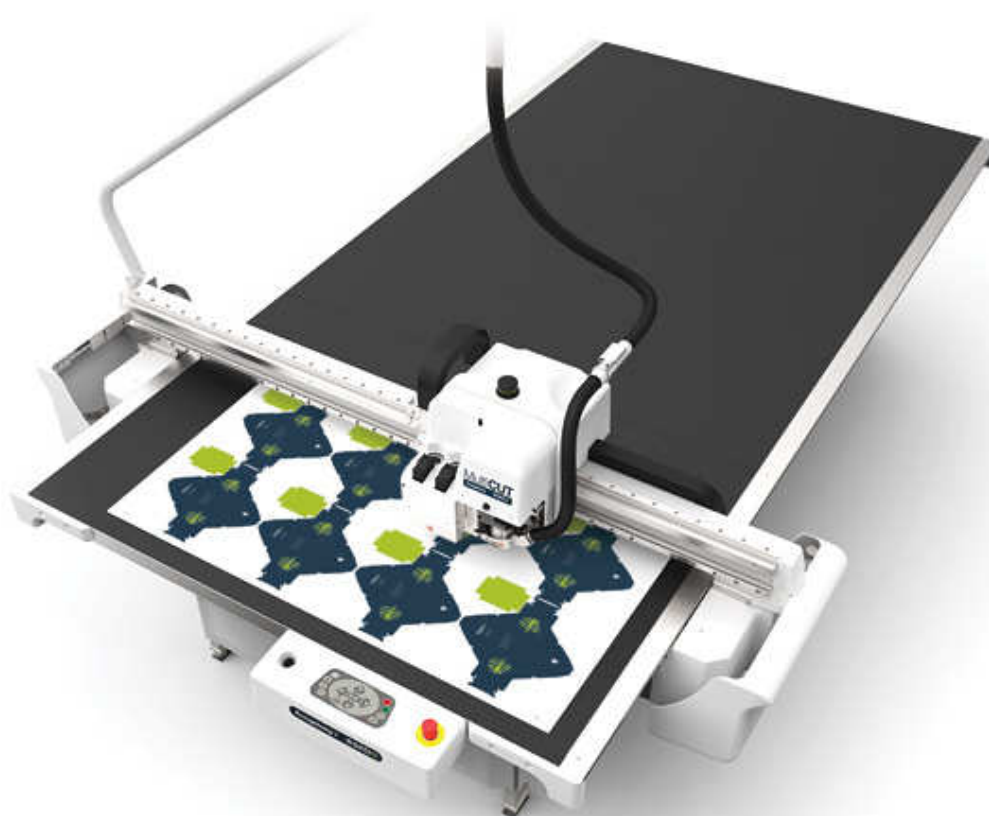
Kongsberg V:

Kongsberg V series jsou řezací stoly, které kandidují na hodnoty jako jsou trvanlivost, spolehlivost, přesnost a snadnost použití na atraktivní úrovni investic.

Stoly Kongsberg V byly vyvinuty ve standardních konfiguracích pro výrobu vzorků, značení a ukázek. Kongsberg V nabízí široký výběr nástrojů, které poskytují kvalitní výsledky na široké škále řezných, mačkacích, a vykreslovacích úkolech. Bez ohledu na aplikace stroje přináší stroje série Kongsberg V vysokou hodnotu. Jedná se o starší modely, původně vzniklé na již zaniklé platformě Kongsberg XL.

Hlavní přednosti:

- Možnost použití větších formátů.
- Přesnost.
- Široká škála časem odzkoušených a kvalitních nástrojů.
- Možnost použití frézovací hlavy (výkon 1kW).



Obr. č. 6 Kongsberg V24

Kongsberg XN:

Tyto stroje jsou použitelné prakticky pro veškeré možné druhy řezání - obaly, štítky, etikety, atd. Stroje této série mohou být použity na řezání papíru, kartónu, plastů, Esko desek i dřeva.

Kongsberg je nejuniverzálnějším zařízením pro digitální dokončování, které kdy firma představila.

Tyto stroje jsou vybaveny:

- Vysoko výkonnými frézovacími hlavami.
- Funkcí Backscore, která ovládá stříhy a záhyby materiálů z obou stran v přesné pozici.

Hlavní přednosti:

- Vysoká variabilita – 7 různých velikostí stolu (od 1680 x 1270 mm do 2210 x 6550 mm).
- Nová super výkonná vodou chlazená frézovací hlava s výkonem 3kW.
- Rychle vyměnitelné nástroje.
- Přesnost.
- „User friendly“ ovládání.



Obr. č. 7 Kongsberg XN44

Kongsberg XP:

Kongsberg XP vychází konstrukčně z modelu XN a zavádí zcela nový standard pro digitální řezací stoly. Je navržen tak pevně, že poskytuje přesnou manipulaci i s těmi nejnáročnějšími materiály. Jeho odolná konstrukce umožňuje poskytnout plný výrobní čas 24/7.

Díky tomu nabízí Kongsberg XP radikálně novou úroveň produktivity a výkonu. Byl vyroben speciálně pro manipulaci kombinací vlnité lepenky a jiných pevných materiálů nebo materiálů namotaných do rolí.

Výměna nástrojů na tomto typu stroje je velmi snadné a velmi rychlá: například výměna frézovacího nástroje se provádí v době kratší než 20 sekund (včetně kalibrace nástroje). Systém rozpozná jednotlivé nástroje automaticky, a to prostřednictvím elektronických identifikátorů. Kongsberg XP obsahuje funkci automatického vyrovnávání nástrojů, které kalibruje vertikální provozní úroveň všech nástrojů Kongsberg.

Hlavní přednosti:

- Nejvyšší rychlost řezání (100 m/min).
- Odladěný systém.
- Velmi rychlé reakce i mezipohyby (akcelerace z klidu na max. rychlost s přetížením 1,5G).
- Největší sortiment použitelných materiálů.
- Rychlost výměny nástrojů.



Obr. č. 8 Kongsberg XP24

Kongsberg C:

Jedná se o nejnovější přírůstek do výrobního portfolia firmy Esko Brno. Nový stůl u série Kongsberg C je navržen tak, aby udržel krok se stále rychlejšími a flexibilnějšími konkurenty dneška a zítřka.

Tento typ překračuje standardy v univerzálnosti, přesnosti a produktivitě. Navíc má vše, čím jsou stoly Kongsberg vyhlášené.

Je to vůbec první multifunkční super-široký digitální finišer pro značení, štítky a aplikace balení.

Označení C vychází z hlavních výhod tohoto typu:

- Capability – Možnost zvládnout všechny druhy podkladů.
- Capacity – Díky své šířce je schopen pracovat s ještě většími formáty zpracovávaných materiálů.
- Consistency – Tento typ stroje poskytuje stejný výkon pokaždé, dokonce i na těch nejnáročnějších materiálech nebo úlohách.
- Choice – Tento typ nabízí velikost a produktivitu současně, takže není potřeba vlastnit speciální digitální finisher pro různé aplikace.
- Complete – Typ C nabízí kompletní řešení skládající se z hardwaru, softwaru, nástrojů a služby.



Obr. č. 9 Kongsberg C

2.2.2 Organizace výroby

Brněnská část firmy disponuje třemi budovami s výrobními a skladovými prostory o celkové výměře 7439 m², která je z funkčního hlediska rozdělena na tři části:

Stará hala:

- Celková plocha – 3015 m²
 - Montáže – 1200 m²
 - Lepárna – 340 m²
 - Brusárna – 155 m²
 - Sklad – 900 m²
 - Kanceláře – 420 m²

Nová hala:

- Celková plocha – 2085 m²
 - Montáže – 1900 m²
 - Předmontáže spolu s meziskladem – 185 m²

Externí prostory:

- Sklad velkých dílů – 1800 m²
- Mezisklad – 300 m²
- Sklad hotových výrobků – 239 m²

Firma má ještě rozestavěnou třetí halu, která bude po svém dokončení sloužit pro výrobu nástrojů a nástrojových hlav pro řezací stoly.

Všechny haly se nachází v areálu Vienna point v Brně v ulici Vídeňská.



Obr. č. 10 Layout firmy Esko Brno

2.2.3 Materiálové toky

Firma disponuje skladovými prostory rozdělenými dle použití:

- **Sklad vstupního materiálu** (1200 m²) – zde jsou v regálech uloženy veškeré části sloužící ke kompletaci výrobků.
- **Sklad hotových výrobků** (2039 m²) – slouží pro uskladnění kontejnerů (dřevěných boxů) s hotovým zbožím do té doby, než je vyexpedováno.

Zásobování jednotlivých pracovišť materiálem probíhá pomocí systému Kanban, kdy je u každého pracoviště vedle dopravní cesty umístěn sběrný panel, do něhož mistři jednotlivých oddělení vkládají karty s informacemi o materiálu, který je potřeba doplnit.

Následně v pravidelných časových intervalech dopravními cestami projíždí skladník s elektrickým paletovým vozíkem, který si nachystané karty posbírání a doveze je do skladu s materiálem. Tam je připraven druhý skladník, který z regálů vychystává bedny s materiálem dle karet dovezených prvním skladníkem.

V případě urgentnosti si může jakýkoliv pracovník pomocí firemního telefonu chybějící materiál vyžádat.

Objem objednaného materiálu se odvíjí od četnosti zakázek. Společnost Esko Brno nemá své stabilní odběratele, Objednávané množství dílů se tedy mění podle aktuální poptávky. Intervaly dodání objednaných dílů se od sebe liší dle dob dodání externími dodavateli (např. několik dní od tuzemských firem, 1 - 2 týdny od zahraničních dodavatelů).

Tok materiálu skrze pracoviště montáží funguje v následném sledu:

- Oddělení přípravy výroby dostane zakázku z centrály v Gentu společně s kontaktem na zákazníka.
- Zakázku ověří u zákazníka.
- Následně se zákazníkem dohodne na tzv. Customizaci.
- Podle podrobných požadavků zákazníka sestaví oddělení engineeringu BOM (Bill of material).
- BOM se rozdělí na jednotlivé díly a na podsestavy a posílá se do skladu.
- Pracovníci skladu vychystají jednotlivé díly na vytyčené místo v montážním prostoru haly (po konzultaci s Teamleaderem), kde se bude daný stůl montovat.
- Poté navezou díly určené pro pracoviště podmontáží a od nich odvezou hotové podsestavy na výše určené místo.
- Po kompletaci rámu a přípravě dílů uvnitř stolu si pracovník montáže zavolá pracovníkovi skladu, který mu následně přiveze desku (pokud není vychystaná v regálu) a traverzu.
- Po dokončení montáže celého stolu pracovník upozorní svého Teamleadera na hotový stůl, na kterém následně proběhne vrtání desky a test všech nástrojů a funkcí, které si zákazník vyžádal.
- Poté dá tester informaci Teamleaderovi oddělení balení, že je stroj připraven k balení.
- Pracovníci balení stroj rozeberou na tři hlavní části – Deska stolu, kompletní rám a Traverza, které se zvlášť zabalí do dřevěných kontejnerů.
- Kontejnery se poté převezou do skladu hotových výrobků.

2.2.4 Vychystávání materiálu z předmontáží

Zhruba 80 % dílů se musí nejprve smontovat na předmontáži do podsestav a až poté jsou převezeny na montážní buňku, kde jsou finálně montovány na řezací stůl. Převoz dílů jak ze skladu na předmontáž tak i z předmontáže na montážní buňku probíhá na obyčejných paletách s ohrádkami.



Obr. č. 11 Paleta s ohrádkami [8]

2.3 Montáž stolu

Montáž stolu je proces, při němž dochází ke smontování jednotlivých dílů a podsestav dohromady. Každý stůl montuje jeden pracovník montáží, který pak i zodpovídá za kvalitu montáže.

2.3.1 Charakteristika současného stavu montáže řezacího stolu (typ V24)

Poté, co je kompletně připraveno pracoviště, na kterém bude probíhat vlastní montáž stolu, upozorní teamleader toho pracovníka údržby, který bude jako první v ten den končit montáž svého stolu, aby pokračoval na onom zadaném pracovišti.

Pracovník po dokončení stolu uklidí pracoviště a přestěhuje se i se svým montážním vozíkem na nářadí na nově určené místo.

Tam si prostuduje tzv. košilku, což je list papíru ve formátu A3, na kterém jsou vypsány hlavní specifikace stolu (typ, velikost, příslušenství určené k namontování, apod.).

Poté začne montovat stůl v tomto obecném sledu operací:

1. Příprava a kompletace rámu stolu – na rám se namontují díly, které by po nasazení desky stolu již nešlo namontovat, jako jsou vacuum, elektronické díly potřebné k ovládání stroje, různé držáky, rollery (podpůrné válce pro posuvný koberec) a kabeláž.



Obr. č. 12 Rám stolu



Obr. č. 13 Hotový rám stolu

2. Nasazení a vyvážení desky stolu na rám – nad zkompletovaný rám se jeřábem přemístí deska stolu. Tato deska se opatrně položí na rám a přimontuje se. Poté se deska pomocí vodní váhy vyváží do roviny.



Obr. č. 14 Rám stolu bez desky

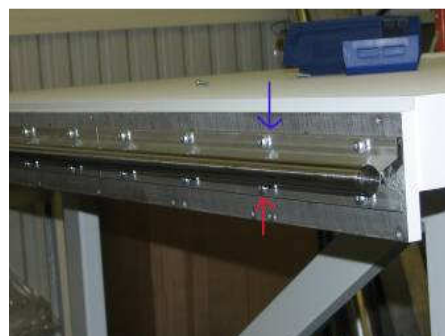


Obr. č. 15 Rám stolu s deskou

3. Montáž vedení traverzy na desku stolu – na vyváženou desku stolu se z obou stran přimontuje vedení (kolejnice), po které se bude pohybovat traverza.



Obr. č. 16 Deska stolu



Obr. č. 17 Deska stolu s kolejnicí

4. Nasazení a vyvážení traverzy – na namontované kolejnice se nasadí, zajistí a vyváží traverza. Traverzu je třeba vyvážit tak, aby její chod v horizontálním i vertikálním směru byl vychýlen maximálně o 0,02 mm od nulové hranice.



Obr. č. 18 Deska stolu bez traverzy



Obr. č. 19 Stůl s traverzou

5. Montáž a vyvážení ozubců a krytů – nyní se pod kolejnice namontují ozubce. Ty slouží k pohybu traverzy (do zubů ozubců zabírají zuby ozubených kol převodovek). Tyto ozubce je pak třeba vyvážit vůči ozubenému kolu převodovky, aby mezi nimi nebyla vůle.



Obr. č. 20 Deska stolu bez ozubce



Obr. č. 21 Deska stolu s ozubcem a krytem

6. Zapojení kabeláže – v momentě, kdy jsou na desce stolu namontovány a ustaveny všechny díly potřebné ke správnému pohybu, je třeba na traverzu namontovat zbylé díly s elektronickými součástkami a zapojit kompletní kabeláž traverzy.



Obr. č. 22 Neosazená traverza

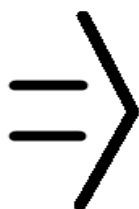


Obr. č. 23 Osazená traverza

7. Montáž a zapojení ovládacího panelu – posledním krokem, který musí pracovník montáže v rámci stavby stolu vykonat, je montáž a zapojení předního panelu.



Obr. č. 24 Hotový stůl bez panelu



Obr. č. 25 Ovládací panel

2.3.2 Záznam průběhu montáže

Mezi jednotlivými pracovníky jsou rozdíly ve výkonu zapříčiněné dobou působení ve firmě Esko Brno, čili v jejich zkušenostech nasbíraných při montážích řezacích stolů. U zkušených pracovníků se velmi projevuje tzv. „grif“, získaných díky delší době působení na pozici montáže. Aby bylo možné považovat měření za relevantní vůči novým technikům, kterých je ve firmě díky stále rostoucí poptávce po strojích firmy Esko Brno zhruba 30%, byl pro měřenou montáž řezacího stolu typu V24 vybrán montážní technik, který je již zhruba 5 měsíců po zaškolení.

Sestavení hodnotícího týmu

Po natočení videa byl sestaven hodnotící tým. Do tohoto týmu byli začleněni:

- 2 zkušení technici montáží.
- Teamleader techniků montáží.
- 2 pracovníci podmontáží (1 z oddělení přípravy pro závěrečnou montáž, 1 z oddělení podmontáží traverz).
- Pracovnice skladu.
- Procesní inženýr.

Různorodost sestavy hodnotícího týmu je dána omezením tzv. profesní slepoty, jež může nastat, pokud některý pracovník dělá svoji práci dlouhou dobu stále dokola. Pracovníci z ostatních oddělení tak mohou vidět věci (problémy), které může zkušený technik díky rutinní práci přehlédnout.

Výsledný čas měření procesu montáže řezacího stolu typu V24 za aktuálního stavu včetně veškerých přestávek = **14 hodin 45 minut** (Příloha A).

Tento čas (označovaný jako Lead time) zahrnuje i přestávky.

Čistý čas práce je tedy **13 hodin 30 minut**.

Tab. č. 2 Konečný čas aktuální montáže

Task No.	Day	Movie	Task	Current
100%	14:45	14,75	Lead Time (bez plýtvání)	
	13:30	13,50	OCT (bez přestávek, bez plátvání)	
	0:24	0,40	plýtvání	w
	1:15	0,00	přestávky	b

3 Specifikace problémů

Několikadenní pozorování průběhu montáží mi pomohlo s nastíněním aktuální situace na úseku montáží řezacích stolů, které zde probíhá každý pracovní den v rámci ranní směny. Pro ještě lepší orientaci v samotném procesu montáže stolu jsem pro zaznamenávání hodnot a následné hodnocení využil metody Kaizen.

Hlavním cílem této metody je snížení času montáže řezacího stolu a vytvoření standardu práce a pracovní instrukce.

3.1 Druhy plýtvání zaznamenané v průběhu pozorování

3.1.1 Chybějící materiál

Velmi nápadným druhem plýtvání bylo čekání pracovníků na přivezení chybějícího materiálu. Na ten musel pracovník čekat, protože si pro něj volal až v momentě, kdy jej potřeboval pro další pokračování montáže stolu.

Pro plynulý průběh montáže by si pracovníci měli chybějící části stolu zjistit ještě před začátkem samotné montáže nebo s dostatečnou časovou rezervou před momentem nutnosti montáže chybějícího dílu. Pokud by pracovníci na chybějící díl přišli včas, měli by dostatek času na zavolání skladníkům a zjištění, kde se daný díl nachází a kdy bude na jejich pracovišti.

3.1.2 Nestandardizovaný postup montáže

Nicméně jako hlavní důvod vzniku plýtvání se při pozorování projevil chybějící standardizovaný postup montáže. Díky tomu pracovníci postupují dle svého uvážení. V hlavních částech montáže postupují všichni stejně, nicméně v dalších částech se již postupy mírně liší. A právě zde je potřeba docílit toho, aby všichni pracovníci u jednotlivých typů strojů postupovali podle standardizovaného postupu práce.

4 Návrhy řešení

V této části své práce se budu zabývat aplikováním metody Kaizen. Jednotlivé kroky budou založeny na teoretických postupech při zavádění této metody. Dále se budu snažit o splnění principů metodik štíhlé výroby tak, aby bylo dosaženo co nejlepšího výsledku. Poté se v této kapitole budu věnovat tvorbě pracovního postupu, který povede k odstranění aktuálního plýtvání a k plynulému průběhu montážního procesu. Tento návrh bude pracovníkům údržby závazný a pomůže k plynulosti činností.

Další částí této kapitoly bude návrh přípravy pracoviště montáže tak, aby měl montážní pracovník jasný přehled o jednotlivých dílech, které budou montovány na řezací stůl, to povede k redukci plýtvání v rámci čekání na dodání jednotlivých dílů.

4.1 Aplikace metody Kaizen na pracovišti montáže

4.1.1 Metodika měření

Aplikace metody Kaizen proběhla v následujícím sledu:

- 1 Natočení průběhu montáže na kameru.
- 2 Sestavení hodnotícího týmu.
- 3 Analýza videa + navržení změn.
- 4 Zhodnocení změn.
- 5 Zavedení změn do procesu montáže.
- 6 Sestavení pracovní instrukce.
- 7 Natočení průběhu montáže probíhající podle nově vzniklé pracovní instrukce a se zavedením navržených změn.

Analýza videa + navržení změn

Video bylo analyzováno hodnotícím týmem. Každý člen týmu vznesl své připomínky k analyzovanému procesu. Na základě těchto připomínek pak byly zaznamenány návrhy na optimalizaci celého montážního procesu.

Zhodnocení změn

Změny navržené při analýze videa byly posléze zhodnoceny z pohledu časové a finanční náročnosti provedení a také z pohledu přínosu pomocí rozdělení do čtyř kategorií:

- Snadno proveditelné s jasným přínosem.
- Těžce proveditelné s jasným přínosem.
- Snadno proveditelné s nejasným přínosem.
- Těžce proveditelné s nejasným přínosem.

Zavedení změn do procesu montáže

Jako první byly zavedeny změny označené jako změny snadno proveditelné s jasným přínosem. Poté změny snadno proveditelné s nejasným přínosem (změny jednoduché jak na zavedení do pracovního procesu, tak i jednoduché na případné odstranění v případě, že se u nich neprojeví žádný přínos). Změny těžce proveditelné s nejasným přínosem byly následně znovu konzultovány a poté přehodnoceny, nebo úplně vypuštěny. Jako poslední byly znovu přehodnoceny změny s označením Těžce proveditelné s jasným přínosem. Tyto změny budou do pracovního procesu zaváděny postupně.

Změny zavedené v rámci optimalizace montážního procesu

- 1) Vypustit proces sestavení vakuového systému následné montáže na desku stolu – Rozhodnutí vypustit tento krok z pracovního procesu vyplynulo ze skutečnosti, že na vakuový systém na tento typ stroje nebyla nikdy podávána reklamace na dodavatele vakua. Jedná se tedy o díl, se kterým za cca 3 roky objednávání nebyl žádný problém.

Tab. č. 3 Čas připojení Vakua

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Mon	4	Nasazení vakua	s	1	2 : 28	0:05

- 2) Držáky Ibagu montovat na pracovišti předmontáže – Přesunutím této operace na volné kapacity na pracovišti předmontáže ubude práce při konečné montáži. Navíc čas, který stráví na této operaci pracovníci předmontáží bude kratší, poněvadž jsou na montáže dílů do podsestav korektně vybaveni (pracovní stůl, svěrák).

Tab. č. 4 Původní čas montáže Ibagu

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Mon	1	Montáž Ibagu	s	1	0 : 52	0:28

Tab. č. 5 Nový čas montáže Ibagu

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Mon	1	Montáž Ibagu	s	1	0 : 16	0:08

- 3) Vyřezávání plastového krytu traverzy na předmontáži – Plastový kryt traverzy je nutno modifikovat na držák dalšího dílu, který jím prochází. Tato operace opět zabírá montážním technikům dlouhou dobu, poněvadž na provádění takovýchto operací nejsou plně technicky vybaveni.

Tab. č. 6 Původní čas modifikace krytu traverzy

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Mon	4	Modifikace krytu traverzy	s	4	2 : 23	0:17

- 4) Modifikace rámu – Jak už bylo zmíněno v předchozí části této práce, řezací stoly typu V vznikly upgradem původního typu XL. Bohužel ne všechny věci při této změně byly dotaženy do konce. Příkladem je rám stolu. V tomto rámu chybí díry potřebné pro montáž kabeláže (vývazu) a montáž tlakového čidla. Jedná se celkem o 10 děr se závitem M4, které si technici montáže musí vyrobit sami, což prodlužuje celkový čas montáže stolu.

Naopak se v rámu vyskytuje 7 nepotřebných děr jakožto pozůstatek z původního typu XL, což zbytečně zvyšuje cenu rámu. Tento problém byl vyřešen domluvou s dodavatelem na změně podle přepracované výkresové dokumentace.

Tab. č. 7 Čas vrtání děr

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Mon	1	Vrtání	s	6	1 : 09	0:17

- 5) Přesunutí operace montáže ovládacího panelu na pracoviště předmontáže – Tento krok byl zaveden ze stejného důvodu jako výše zmíněné přesunutí operací na předmontáže.

Tab. č. 8 Původní čas montáže předního panelu

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Mon	6	Montáž předního panelu	s	4	1 : 03	0:30

Tab. č. 9 Nový čas montáže předního panelu

Day	Movie	Task	Current	Future	h : m	Task time [h:m]
▼	▼	▼	▼	▼	▼ ▼	▼
Thru	7	Přední panel	s	1	0 : 11	0:11

Sestavení pracovní instrukce

Na základě analyzovaného videa a připomínek hodnotícího týmu jsem vypracoval montážní instrukci, která obsahuje optimální sled operací tak, aby nedocházelo ke zbytečným pohybům. Tato instrukce pomůže technikům v plynulosti montáže a je pro ně závazná (z důvodů duševního vlastnictví firmy nemohl být tento formulář uveden).

Zaznamenání průběhu montáže probíhající podle nově vzniklé pracovní instrukce a se zavedením navržených změn.

Posledním krokem metody Kaizen je analýza času nově navrženého procesu montáže s implementovanými změnami. Metodika zjišťování nového stavu je stejná, jako byla při zjišťování stavu současného. Montáž technikem podle nově vzniklé montážní instrukce a s implementovanými změnami byla natočena na video a poté byl čas montáže analyzován (Příloha B).

Tab. č. 10. Konečný čas nové montáže

Task No.	Day	Movie	Task	Current
100%	12:20		Lead Time (bez plýtvání)	
	11:05	11,10	OCT (bez plýtvání, bez přestávek)	
	3:46	3,77	plýtvání	w
	1:15	1,25	přestávky	b

Výsledný čas měření optimalizovaného procesu montáže řezacího stolu typu V24 za nového stavu včetně veškerých přestávek = **12 hodin 20 minut.**

Tento čas (označovaný jako Lead time) zahrnuje i přestávky.

Čistý čas práce je tedy **11 hodin 5 minut.**

Pozn.- Plýtvání bylo v tomto případě tak velké z důvodu čekání na dovezení některých dílů.

Při porovnání původního času montáže stolu a nového času zjistíme, že došlo k redukci času z původních 13 hodin 30 minut na 11 hodin a 5 minut.
Rozdíl mezi jednotlivými časy je tedy **2 hodiny a 25 minut.**

4.2 Formulář standardní práce

Z výše uvedených změn implementovaných do nového procesu montáže byl vytvořen SWK – standardní formulář práce, který je závazný pro všechny techniky provádějící montáž stolu typu V24 (Příloha C).

Tab. č. 11 SWK – standardní formulář práce

V24S Tables Assembly - Standard Work Form (SWK) / V24S Montáž stolů - Formulář standardní práce (SWK)										ESKO artwork		Page / Strana: 1			
Document No. / Dokument č.:										Issue index / Změnový index:					
Typ stroje										Číslo stroje					
Poř.	Blok kroků	Instrukce (kapitoly)	Popis kroku	Časový čas (min)	Evidence dodaného času LT v: přestávky a konzultace								Jméno		
					Datum	Start	Stop	Kontrola	Proces	Chyba	Material	Komentář (odchylka od zadaných kroků či bloků)			
Montáž	1	rám + deska	5-6	příprava rámu	2:54										
				vývoz, vakuem											
				čokání na desku stolu											
				montáž desky stolu											
	2	traverza + in. vedení	7	přichycení kolejnič	3:39										
				lepení magnetů											
				nastavení traverzy, bumpery											
				nastavení přesného vedení a kolování traverzy											
	3	ozubce a kryty	7	nastavení ozubců	1:54										
				otevření košíček											
				montáž krytů											
	4	dokončení + panel	8	připojení traverzy, montáž závorky	2:38										
				přední panel, rohové kryty											
				konzultace											
				úklid, evidence,											
	Standardní čistý čas práce - SWK CT (Standardní dodací čas - SWK LT)				11:05	CT-W	CT	LT					přestávky	1:15	
												konzultace	0:20		

4.3 Úprava vychystávání dílů z předmontáží

Jak jsem již uvedl v jedné z předchozích kapitol, veškerý transport mezi skladem, pracovištěm předmontáže a montážní buňkou probíhá pomocí palet s ohrádkami. Bohužel, v případě většího počtu převážených dílů je problém s kontrolou kompletnosti, poněvadž na díly uložené vespod palety není vidět.

Pro zlepšení přehlednosti dílů převážených ze skladu na předmontáž a dále pak z předmontáže na montážní buňku jsem navrhl klecový regál, ve kterém je vše přehledně uloženo a je do něj bezproblémově vidět ze všech stran i když je uzavřený. Tento regál je také demonstrací nástroje 5S.

Regál je pojízdný (na spodní části rámu jsou otočná kolečka) pro snadnou manuální manipulaci a lze jej bez problémů převážet také na vysokozdvizném vozíku (např. mezi jednotlivými halami). Díky pěnovému polstrování je také eliminováno nebezpečí poškození převážených dílů např. poškrábáním.

Na celém pracovišti montáží již byla použita metodika 5S což znamená, že již byly provedeny kroky vedoucí k optimalizaci jednotlivých pracovišť.



Obr. č. 26 Klecový regál

5 Celkové zhodnocení přínosu práce

Cílem této diplomové práce bylo implementovat metodu Kaizen na montáž digitálního řezacího stolu typu V24 ve firmě Esko Brno, snížit čas montáže, vypracovat a zavést standard práce a vypracovat montážní instrukci.

V teoretické části této diplomové práce jsem se zabýval charakterizováním štlhlé výroby a hlavních metod a pojmů, které se při jejím zavádění používají. Tyto metody jsou stěžejní pro vznik praktické části této práce.

Metoda Kaizen je obecně známá a používaná jako metoda pro zlepšení pracovního procesu. Teoretické principy této metody nelze vždy naprosto přesně aplikovat na všechny druhy výroby (montáže), ale v konečné fázi dochází díky mocným prvkům tohoto nástroje k časovým úsporám, které samozřejmě vedou dál k úsporám finančním. Dalším významným prvkem štlhlé výroby je metoda 5S. Jedná se o metodiku, jejímž cílem je optimalizace organizace pracovního prostředí.

V druhé části práce se věnuji představení firmy Esko Brno, popisu její práce a představení jejích produktů. Dále jsem popsal současný stav postupu montáže řezacích stolů, kde každý stůl typu V24 montuje jeden pracovník za průměrnou dobu 13,6 hodiny čisté práce. Požadavek firmy vzešel na zkrácení tohoto času. Na montáž stolu typu V24 jsem aplikoval principy metody Kaizen v sedmi hlavních krocích, což byly natočení průběhu montáže na kameru, sestavení hodnotícího týmu, analýza videa + návržení změn, zhodnocení změn, zavedení změn do procesu montáže, sestavení pracovní instrukce, natočení průběhu montáže probíhající podle nově vzniklé pracovní instrukce a se zavedením navržených změn. Během analýzy procesu montáže jsem mohl detekovat plýtvání, na jejichž eliminaci byla posléze navržena zavedena opatření.

Pomocí metody Kaizen došlo k redukci času montáže řezacího stolu typu V24 o 2 hodiny a 25 minut z původních 13 hodin 30 minut na 11 hodin 05 minut. 1 hodina a 18 minut z tohoto času tvoří změny, které byly navrženy na základě analýzy montáže. Po uplynutí této doby bude stroj kompletně smontován a připraven na další fázi, což je testování a vrtání desky. Týdně se vyrábí 5 - 7 řezacích stolů typu V24. Výpočet úspory je tedy následující:

Minimální úspora času za týden - $5 \times 2\text{hod } 25\text{min} = \mathbf{12\text{hod } 05\text{min.}}$

Maximální úspora času za týden - $7 \times 2\text{hod } 25\text{min} = \mathbf{16\text{hod } 55\text{min.}}$

Dále došlo ke standardizaci práce, tudíž všichni montážní pracovníci budou pracovat podle stejného pracovního postupu a dodržovat tak navrženou časovou normu.

Náklady na realizaci regálu – 3890 Kč/ks (cena byla stanovena externím výrobcem). Dohromady bylo zakoupeno 10 těchto klecových regálů, celkové náklady na tuto investici = 38900 Kč.

Daná metodika zahrnuje neustálé zlepšování výše uvedeného montážního procesu, tudíž se na něm stále pracuje.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996, ISBN 80-902235-0-8.
- [2] HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
- [3] LAMBERT D. M., STOCK J. R., ELLRAM L. M. *Logistika : příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 2. Brno: CP Books, 2005. 589 s. ISBN 80-251-0504-0.
- [4] KONEČNÝ, M. *Logistika v systému řízení podniku*. 2. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 149 s. ISBN 80-248-0964-8
- [5] Štíhlá výroba - lean production. *SYnext* [online]. 2013 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>
- [6] Ukazatel OEE. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o* [online]. 2005 - 2012 [vid. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oeel>
- [7] About the company. *ESKO* [online]. 2005 - 2012 [vid. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.esko.com/en/company/about-us/esko/>
- [8] Paletové nástavby. *superto* [online]. 2005 - 2012 [vid. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.superto.cz/300461-paletove-nastavby>
- [9] Metoda 5S. *Management mania* [online]. 2005 - 2012 [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metoda-5s>
- [10] 5S- pořádek na pracovišti. *vlastnicestacz* [online]. 2005 - 2012 [vid. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
- [11] Kaizen. *svět produktivity* [online]. 2005 - 2012 [vid. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>

Seznam obrázků

OBR. Č. 1 HISTORIE FIRMY	16
OBR. Č. 2 LOGO FIRMY ESKO.....	17
OBR. Č. 3 SÍDLO ESKO V GENTU [7]	17
OBR. Č. 4 PŘÍKLAD OBALOVÉHO ŘEŠENÍ FIRMY ESKO.....	20
OBR. Č. 5 KONGSBERG XE-10.....	21
OBR. Č. 6 KONGSBERG V24	22
OBR. Č. 7 KONGSBERG XN44.....	23
OBR. Č. 8 KONGSBERG XP24	24
OBR. Č. 9 KONGSBERG C.....	25
OBR. Č. 10 LAYOUT FIRMY ESKO BRNO	27
OBR. Č. 11 PALETA S OHRÁDKAMI [8].....	29
OBR. Č. 12 RÁM STOLU.....	30
OBR. Č. 13 HOTOVÝ RÁM STOLU.....	30
OBR. Č. 14 RÁM STOLU BEZ DESKY	31
OBR. Č. 15 RÁM STOLU S DESKOU.....	31
OBR. Č. 16 DESKA STOLU.....	31
OBR. Č. 17 DESKA STOLU S KOLEJNICÍ.....	31
OBR. Č. 18 DESKA STOLU BEZ TRAVERZY.....	31
OBR. Č. 19 STŮL S TRAVERZOU.....	31
OBR. Č. 20 DESKA STOLU BEZ OZUBCE.....	32
OBR. Č. 21 DESKA STOLU S OZUBCEM A KRYTEM.....	32
OBR. Č. 22 NEOSAZENÁ TRAVERZA.....	32
OBR. Č. 23 OSAZENÁ TRAVERZA.....	32
OBR. Č. 24 HOTOVÝ STŮL BEZ PANELU.....	33
OBR. Č. 25 OVLÁDACÍ PANEL.....	33
OBR. Č. 26 KLECOVÝ REGÁL	42

Seznam tabulek

TAB. Č. 1 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ.....	11
TAB. Č. 2 KONEČNÝ ČAS AKTUÁLNÍ MONTÁŽE.....	34
TAB. Č. 3 ČAS PŘIPOJENÍ VAKUA	38
TAB. Č. 4 PŮVODNÍ ČAS MONTÁŽE IBAGU	38
TAB. Č. 5 NOVÝ ČAS MONTÁŽE IBAGU	38
TAB. Č. 6 PŮVODNÍ ČAS MODIFIKACE KRYTU TRAVERZY	38
TAB. Č. 7 ČAS VRTÁNÍ DĚR.....	39
TAB. Č. 8 PŮVODNÍ ČAS MONTÁŽE PŘEDNÍHO PANELU	39
TAB. Č. 9 NOVÝ ČAS MONTÁŽE PŘEDNÍHO PANELU	39
TAB. Č. 10. KONEČNÝ ČAS NOVÉ MONTÁŽE.....	40
TAB. Č. 11 SWK – STANDARDNÍ FORMULÁŘ PRÁCE	41

Seznam příloh

Příloha A - Analýza aktuálního stavu montáže

Příloha B - Analýza nového stavu montáže

Příloha C - SWK - formulář standardní práce

Poděkování:

Rád bych poděkoval zejména Ing. Vladimíře Schindlerové za její trpělivost, odborné rady, připomínky, odkaz na literaturu a ochotu, která výraznou mírou přispěla k vypracování diplomové práce.

Dále děkuji vedoucímu engineeringu firmy Esko Brno, panu Ing. Tomáši Burešovi, za jeho ochotu, čas a v neposlední řadě za poskytnutí všech podkladů a informací, nutných k vypracování této diplomové práce.